Die

Fruchtentwicklung

von

Choreonema Thureti.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt der

hohen philosophischen Facultät der

Albert-Ludwigs-Universität

zu

Freiburg i. Br.

von

FRIEDRICH MINDER

BAD-NAUHEIM.

ACAD. UNIV. BAT. BIBL.

Druck: Oberh. Ztg. Genossenschaft, Bad-Nauheim.

Dekan
Prof. Neumann.

Referent
Prof. Oltmanns.

Seitdem Schmitz im Jahre 1883 den Grund zur neueren Florideensystematik legte, indem er die Fruchtentwicklung zur Abgrenzung der Gruppen heranzog, sind mehrere grosse monographische Bearbeitungen erschienen, die unsere Kenntnisse über einzelne Familien wesentlich erweitern; daneben auch eine Anzahl von Arbeiten, die uns über die Entwicklungsgeschichte einzelner Formen Aufklärung bringen. In den wesentlichsten Zügen ist dadurch heute wohl die Systematik der Rotalgen auf der Grundlage der Fruchtentwicklung sichergestellt. Aber von vielen Familien ist unser Wissen noch sehr beschränkt, und es bleibt noch sehr viel Einzelarbeit zu erledigen, ehe wir daran denken können, über die Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der grossen Gruppe Bestimmteres auszusagen.

Eine der Familien, über deren Stellung wir schlecht unterrichtet sind, ist die der Corallineen. Schmitz (1) wollte sie in der Nähe der Squamariaceen unterbringen, weil hier wie dort eine grössere Anzahl von Carpogonästen nahe beieinander steht, und weil ausserdem eine gewisse Aehnlichkeit im Aufbau des Thallus in beiden Familien vorhanden ist. In der Florideenbearbeitung in Engler & Prantls natürlichen Pflanzenfamilien stellte er daher beide Familien nebeneinander an das Ende seiner Cryptonemiales.

Oltmanns (2) behält diese Stellung bei und lässt — unter Vorbehalt — die Ansicht von Schmitz über die nahe Verwandtschaft der Squamariaceen mit den Corallineen gelten. Jedoch hält er eine neue Untersuchung dieser Frage für notwendig.

Ich folgte daher gerne der Aufforderung von Herrn Prof. Oltmanns, die Entwicklungsgeschichte der eigenartigen Corallineenfrüchte zu untersuchen.

* * *

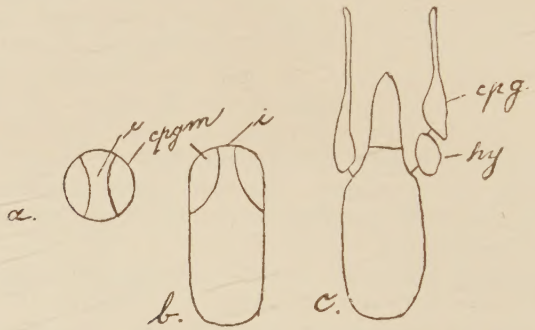
Unsere Kenntnisse über die Familie der Corallineen basieren auch heute noch auf der ausgezeichneten Bearbeitung, welche H. Graf zu Solms—Laubach im Jahre 1881 gegeben hat. (3).

(1) Schmitz, Fr. Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen, Sitzungsber. d. K. Akademie d. W. Berlin 1883 pag. 233.
(2) Oltmanns, Morph. u. Biol. d. Algen, I, pag. 697.
(3) Solms-Laubach, H. Graf zu. Die Corallinenalgen des Golfes von Neapel. Flora & Fauna d. Golf. v. Neapel, 4. Monogr. 1881.

Vor ihm hat Rosanoff (1) den Aufbau der Melobesien geschildert. Und Bornet (2) hat an der Hand der Abbildungen Thurets die Fortpflanzungsverhältnisse dargestellt, ohne jedoch alle Einzelheiten klar erkannt zu haben.

Da Solms eine geschlossene Darstellung gibt, so will ich zunächst seine Beobachtungen in Kürze wiedergeben, ohne anzuführen, was Thuret & Bornet schon vor ihm gesehen haben.

Solms studierte in erster Linie Corallina mediterranea. Vergleichend zieht er andere Corallinaarten heran.



Textfig. 1. Schema nach Solms. Corallina mediterranea. Bildung des Carpogonastes. Discuszellen a. von oben, b. seitlich, c. Carpogonäste fertiggestellt, i. Isthmus, cpgm. Carpogonmutterzellen, cpg. Carpogonium, hy. hypogyne Zelle.

Bekanntlich entwickeln die Corallineen ihre Fortpflanzungsorgane in Conzeptakeln. Bei den Arten der Gattung Corallina sind die Conzeptakel endständig Der Sprossscheitel entwickelt sich zum Fruchtbehälter, indem die mittleren Zellen im Wachstum zurückbleiben und von der Randpartie überwallt werden. Dabei entsteht zunächst ein schüsselartiges Gebilde. Die den Boden der Schüssel einnehmenden Zellen bilden eine geschlossene, kreisförmige Schicht, welche Bornet schon als Diskus bezeichnete. Bei Corallina mediterranea schneiden die Discuszellen der weiblichen Conzeptakelanlagen durch uhrglasförmige Wände seitlich je zwei Zellen ab, welche die Carpogonien liefern. Je nach der Lage dieser Wände kann am oberen Ende ein isthmusartiges Stück der Endzelle erhalten bleiben, zu einem haarartigen Fortsatz auswachsen, und dieser Fortsatz dann als selbständige Zelle abgeschnitten werden. Die beiden seitlich abgegliederten Zellen vergrössern sich und teilen sich mitunter noch einmal in eine untere kleinere — wir wollen sie hypogyne Zelle nennen — und

(1) Rosanoff, Rech. anat. sur les Mélobés. Mém. de la soc. imp. de Cherbourg 1866, 12. pag. II.
(2) Thuret, G. & Bornet, E. Etudes phycologiques 1878.

in eine obere, das Carpogonium. Die Textfigur 1 gibt diese Vorgänge im Schema wieder, wie Solms sie geschildert hat (1).

Wir hätten demnach einen dreizelligen Carpogonast, bestehend aus dem Carpogonium, der hypogynen Zelle und der carpogenen Zelle, wie Solms sie bezeichnet. Die letztere ist, wie sich später zeigen wird, die Auxiliarzelle nach unserer heutigen Terminologie. Jede Auxiliarzelle würde zwei Carpogonien tragen. Ich werde weiter unten, nach Mitteilung meiner eigenen Untersuchung, auf diesen Punkt noch zurückkommen.

Die Trichogynen strecken sich erheblich und wachsen durch die Gallerte hindurch, welche das Ostiolum des Conzeptakels verschliesst.

Die ersten Stadien der Weiterentwicklung des befruchteten Carpogoniums hat Graf Solms nicht gesehen. Bei der Präparation befruchteter Conzeptakel fand er nicht weiter zerlegbare Zellpackete, die dadurch entstanden, dass die Auxiliarzellen seitlich miteinander verschmolzen. In der weiteren Entwicklung ergriff diese Verschmelzung auch die Auxiliaren der peripheren Carpogonäste, wodurch eine grosse Kuchenzelle gebildet wurde, auf deren oberer Fläche die Reste der unbefruchteten Carpogonien, die Paranemata, standen.

Am Rande dieses Kuchens wurde dann ein Kranz von Zellen abgeschnitten, die durch aufeinanderfolgende Teilungen die für die Corallineen so characteristischen Sporenreihen erzeugten.

Für Arten der Gattungen Amphiroa, Melobesia, Lithophyllum und Lithothamnion konnte Solms in den Grundzügen die gleiche Art der Fruchtentwicklung feststellen

Schmitz, dieser ausgezeichnete Beobachter, scheint vergeblich versucht zu haben, mehr über die Weiterentwicklung des befruchteten Carpogoniums zu erfahren, wie es aus einer Anmerkung in seinen „Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen“ hervorgeht. Er nahm an (2), dass von der Copulationszelle des befruchteten Carpogoniums mit der nächsten Auxiliare Fortsätze ausgehen, die mit den übrigen Auxiliaren verschmelzen. Aber er schreibt (3): „Direkt habe ich diesen Punkt in der Entwicklung der Corallineenfrüchte, die durch die geringe Grösse ihrer Zellen die genauere Untersuchung bekanntlich ausserordentlich erschweren, bisher noch nicht feststellen können“. Auch in seiner Florideenbearbeitung in Engler & Prantls Pflanzenfamilien fehlt eine definitive Angabe darüber.

In neuerer Zeit hat dann Heydrich mehrfach den Versuch gemacht, die Fruchtentwicklung bei einigen Formen zu verfolgen.

(1) l. c. pag. 39.
(2) l.c. pag. 234.
(3) l.c. 234 Anmerkung.

Nach seinen Angaben müsste — wenn ich ihn in Allem richtig verstanden habe — eine sehr grosse Mannigfaltigkeit in der Fruchtbildung bei verschiedenen Gattungen bestehen. Inwieweit das richtig ist, wird eine Nachprüfung seiner Befunde an den von ihm untersuchten Arten entscheiden müssen.

Schliesslich ist noch eine Angabe Pilgers über Lithothamnion Philippii zu erwähnen (1). Nach ihm wird der Boden des weiblichen Conzeptakels aus zwei Zellschichten gebildet. Die Zellen der oberen Schicht tragen 2 zweizellige Aestchen, von denen jedoch nur eines ein Carpogonium bildet. Das zweite Aestchen bleibt steril. An der Bildung der Fusionszelle können die beiden unteren Zellschichten teilnehmen.

Technik.

Ich wählte für meine Untersuchung Choreonema Thureti, weil mir von ihr reichliches Material zur Verfügung stand, das Herr Prof. Oltmanns im Frühjahr 1907 in Neapel gesammelt hatte. Es war in Chrom-Essigsäure fixiert und in Wasser ausgewaschen, dem zur Entkalkung einige Tropfen 38%ige Salzsäure zugesetzt wurden. Geschnitten wurde in Paraffin, 5, 7,5 und 10 μ dick.

Die Färbung hatte besondere Schwierigkeiten. Die gebräuchlichen Färbemittel wie Gentianaviolett und Hämatoxylin versagten. Möglicherweise lag das an der Vorbehandlung. Nach vielen Versuchen ergaben Lichtgrün und Säureviolett die besten Resultate. Meistens wurde der letztere Farbstoff angewandt und zwar nach Vorbehandlung mit Hämatoxylin. Die Schnitte wurden zunächst mit Eisenalaun gebeizt, stark mit Hämatoxylin gefärbt und schliesslich mit Eisenalaun wieder vollständig entfärbt. Dann kamen sie nach gründlichem Wässern in eine gesättigte Lösung von Säureviolett in 95%igem Alcohol, wurden längere Zeit in Alcohol von gleicher Konzentration abgespült und danach in üblicher Weise in Canadabalsam eingeschlossen. Ist die Färbung zu stark, so lässt sich leicht durch geringer prozentigen Alcohol ein Teil des Farbstoffs entfernen. Bei der Vorfärbung mit Hämatoxylin hält das Chromatin der Kerne doch wohl etwas von dem Farbstoff zurück, sodass das Säureviolett dann dunkler erscheint. Das Plasma zeigte ein schönes Blau. Ganz einwandfreie Kernfärbungen habe ich jedoch nicht erhalten.

Die älteren Verschmelzungsstadien wurden dann noch mit Rutheniumrot nachgefärbt (1 : 5000, auch schwächer). Dieser Farbstoff erwies sich als ausgezeichnet, um die älteren Membranen sichtbar zu machen. Die jungen liess er fast ungefärbt. Aber

(1) Pilger, R. Ein Beitrag zur Kenntnis der Corallinaceen. Bot. Jahrbücher 41. 1907 pag. 262 f.

die das Conzeptakel überziehende cuticuloide Lamelle und Wandreste der in die Verschmelzung eingegangenen Auxiliaren zeigten ein leuchtendes Rot. Der Farbstoff hat den Vorteil, in Alcohol völlig unlöslich zu sein. Die Färbung lässt auch selbst dann nicht nach, wenn man die Schnitte tagelang in Wasser stehen lässt. Deshalb muss man sich freilich auch vor Ueberfärben hüten. Die Lösung muss stets alkalisch reagieren. Aber missfarbigen Schnitten kann man leicht das schöne Rot wiedergeben, indem man sie einige Augenblicke Ammoniakdämpfen aussetzt.

Untersuchung von Choreonema Thureti.

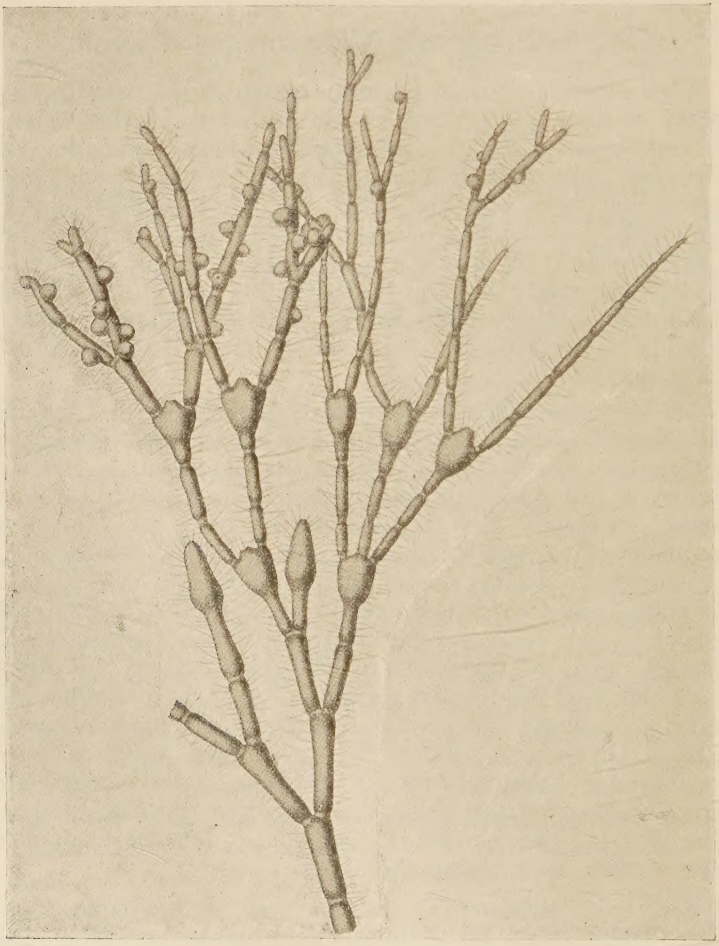
Choreonema Thureti ist zum ersten Male von Harvey abgebildet worden (1) der jedoch die parasitische Natur der Alge nicht erkannte, sondern ihre, der Corallina squamata seitlich ansitzenden Conzeptakeln für eine Fruchtform des Wirtes ansprach. Thuret sah dann von der Basis des Conzeptakels einen Zellfaden in das Gewebe des Wirtes verlaufen und Bornet reihte sie, der Aehnlichkeit der Früchte wegen, der Gattung Melobesia ein. Ardissone taufte sie in Endosiphonia um (2), nachdem die Solms'sche Untersuchung völlige Klarheit gebracht hatte, und Schmitz benannte sie ohne ersichtlichen Grund wieder um, in Choreonema.

Da sie unter diesem Namen als einzige Art in den „Natürlichen Pflanzenfamilien" steht, behalte ich ihn bei. Es ist jedoch möglich, dass sie einer der anderen Gattungen eingereiht werden muss, wenn mir dafür die Melobesien auch nicht in Betracht zu kommen scheinen. Der Grund, den Solms für eine Vereinigung unserer Alge mit Melobesia geltend macht, scheint mir, wie ich an anderer Stelle zeigen werde, nicht stichhaltig zu sein. Der Thallus von Choreonema ist so stark reduziert, dass es kaum möglich ist, ihn mit dem der übrigen, nicht parasitären Corallineengattungen, zu vergleichen. Dagegen besteht viel Aehnlichkeit im Bau und in der Entwicklung der Conzeptakeln mit der Gattung Corallina. Wenn ich trotzdem von einer Vereinigung mit dieser Gattung abgesehen habe, so liegt die Ursache dafür darin, dass ich bezüglich der Entwicklung der Carpogonäste zu einem Resultat gelangt bin, das von den Beobachtungen des Grafen Solms an Corallina abweicht. Ich werde auf diese Differenz noch zu sprechen kommen.

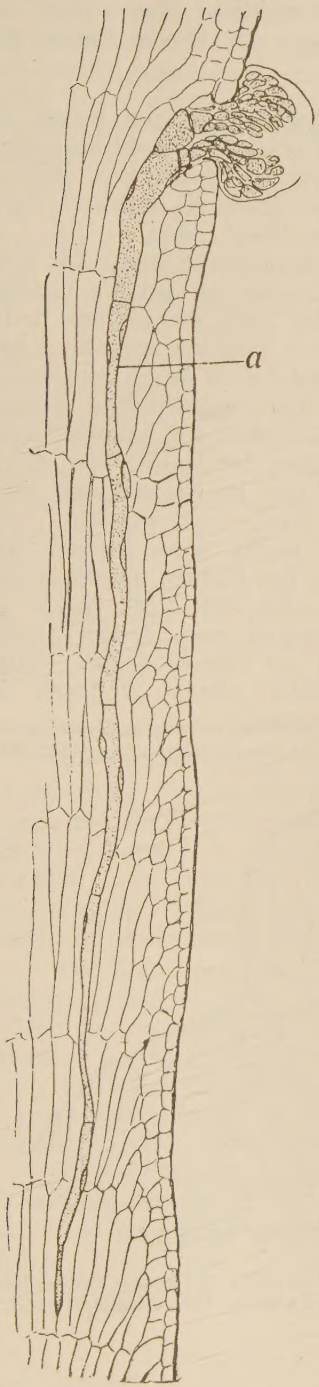
Eine Art, die als Verwandte von Choreonema vielleicht noch in Frage käme, ist Melobesia deformans, die Solms (III) auf Corallina natalensis parasitierend fand und die nach ihm in Habi-

(1) Harvey, W. H. Phycologia brit, 1849 Vol. 2, Taf. 201.
(2) Ardissone, F. Phyc. medit. 1883. Parte I pag. 452. (III) l. c. p. 57.

tus und Lebensweise grosse Aehnlichkeit mit Choreonema aufweist. Aber wir wissen vom Thallus als auch von der Fortpflanzung der M. deformans zu wenig, um Sicheres aussagen zu können. Das Wenige, was Solms angeben konnte, betrifft in der Hauptsache die Tetrasporenbehälter und spricht nicht für eine Verwandtschaft beider Formen. Denn während die ungeschlechtlichen Conzeptakeln der Choreonema nur eine terminale Oeffnung haben, münden die Tetrasporangien von M. deformans einzeln



Textfig. 2 nach Thuret. Habitusbild eines von Choreonema Thureti befallenen Sprosses von Corallina mediterranea.



nach aussen, sodass die Spitze des Conzeptakels siebartig durchlöchert erscheint.

Choreonema Thureti parasitiert in verschiedenen Corallinaarten. Oltmanns weist auf die merkwürdige Tatsache hin, dass die parasitischen Algen ihre Verwandten als Wirtspflanzen bevorzugen. Choreonema ist bis jetzt nur auf Arten der Gattung Corallina gefunden worden, und vielleicht drückt sich auch darin eine nähere Verwandtschaft aus. Bornet führt als Wirte an: C. mediterranea, C. rubens, C. corniculata, C. squamata und von Neu Seeland C. micrarthrodia. Solms fügt von Neapel noch C. virgata hinzu. Ich fand sie endlich auch noch in C. Cuvieri von Mauritius. Sie hat also auch ein sehr weites Verbreitungsgebiet.

Vegetationsorgane.

Da Choreonema in keiner Weise die Gestaltung der Wirtspflanze beeinträchtigt, so erkennt man ihr Vorhandensein nur, wenn sie ihre Conzeptakel seitlich an den Sprossen der Corallina entwickelt. Textfigur 2 zeigt das von Thuret gegebene Habitusbild eines Sprosses von Corallina mediterranea mit den Früchten der Choreonema.

Bornet glaubte irrtümlicherweise, jedes Conzeptakel ginge aus einer Spore hervor, indem bei der Keimung ein kurzer Zellfaden basal in den Wirt hinein wachse, während der apikale Teil der Spore sich zum Conzeptakel entwickle.

Durch eine überaus mühsame Präparation zeigte Solms aber, dass zwischen den Zellen des Wirtes Zellfäden des Parasiten verliefen, die sich

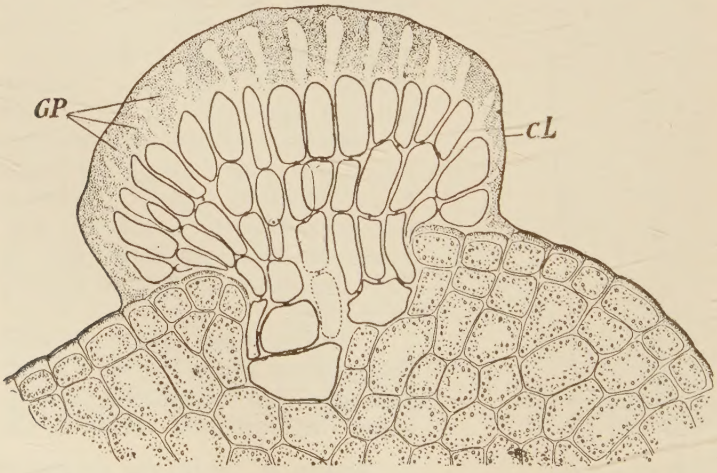
Textfig. 3 Faden von Choreonema Thureti mit Conzeptakelanlage im Gewebe einer Corallina.

auch verzweigten und von Zeit zu Zeit seitliche Aeste abgaben, die, an die Rinde des Wirtes gelangt, an ihren Enden zur Conzeptakelbildung schritten.

In meinen Präparaten waren die Zellen des Parasiten sowohl im Längs- wie im Querschnitt leicht vom Wirt zu unterscheiden durch die stärkere Färbbarkeit ihrer Membranen.

Zur Veranschaulichung der Verhältnisse verweise ich auf die Textfig. 3. An jeder Zelle des Fadens findet man, meistens nahe am apikalen Ende, seitlich kleine Zellen durch uhrglasförmige Wände herausgeschnitten. Solms hielt diese Zellchen für identisch mit den Deckzellen der Melobesien, da er sie immer nur in Einzahl an jeder Fadenzelle fand. Er glaubte nach ihrer Lage sogar eine Dorsal- und Ventralseite des Fadens unterscheiden zu können. Ich sah diese Zellen jedoch zu zweien und dreien (vergl. Textfig. 4) an verschiedenen Seiten der Fadenzellen sitzen, wodurch die

Textfig. 4. Längsschnitt durch den Spross von Corallina mit einem Choreonemafaden. Aus der mittleren Fadenzelle sind drei der kleinen Zellen herausgeschnitten



Textfig. 5. Querschnitt durch den Spross von Corallina mit junger Conzeptakelanlage von Choreonema. cL. cuticuloide Lamelle, GP. Gallertprismen.

Deutung von Solms an Wahrscheinlichkeit verliert. Sie sind wohl als Reste einer früher vorhandenen Verzweigung aufzufassen, die bei der Anpassung an die parasitische Lebensweise verloren ging, oder doch erheblich reduziert wurden. Die Art, wie sie den Fadenzellen ansitzen, spricht ganz dafür, dass sie Astrudimente vorstellen, die am Auswachsen aus irgend einem Grunde gehemmt wurden. Vergleicht man z. B. die Textfig. 4. oder die Zelle bei a in Textfig. 3 mit den Verzweigungen im Conzeptakel der Textfig. 11 bei a, so wird man zugeben, dass in beiden Fällen viel Aehnlichkeit besteht, in der Weise, wie die Tochterzellen der Mutterzelle angefügt sind.

Oft sieht man im Scheitel des Wirtes den Parasiten liegen. Ob dort auch schon die Verzweigung vor sich geht, habe ich nicht festgestellt. Im allgemeinen enthalten aber ältere Corallinaglieder eine grössere Zahl von Choreonemafäden als jüngere des gleichen Sprosses. Das macht es mir wahrscheinlich, dass nicht nur durch longitudinale Spaltung der im Scheitel des Wirtes liegenden Scheitelzellen des Parasiten eine Verzweigung erfolgen kann, wie Solms glaubt, (1) sondern dass auch die übrigen Fadenzellen die Fähigkeit haben, Seitenzweige zu produzieren. Der Parasit müsste dann im Stande sein, den Zellverband des Wirtes zu lösen und im Gewebe weiter zu wachsen. Für letzteres spricht auch die Art, wie der Fruchtast die verkalkte Corallinarinde durchbricht.

Conzeptakelentwicklung.

Es ist überflüssig, auf die jüngsten Stadien der Conzeptakelentwicklung hier ausführlich einzugehen, da ich in der Hauptsache die Beobachtungen des Grafen Solms bestätigen kann. Es wird immer in der Rinde des Wirtes ein Zellcomplex entwickelt, aus dem die das Conzeptakel aufbauenden Zellfäden entspringen. Jedoch herrscht nur geringe Regelmässigkeit in der Zahl und Aufeinanderfolge der Zellteilungen.

Oft findet man Fruchtbehälter von auffällig grossem Durchmesser (vergl. Textfig. 10.) die den Eindruck hervorrufen, als wären sie aus zwei verschiedenen, zufällig nebeneinanderliegenden Aesten durch gemeinsame Weiterentwicklung hervorgegangen. Dass Derartiges stattfinden kann, beweist das Vorkommen von hermaphroditen Conzeptakeln, die auf der einen Seite Spermatien, auf der anderen Carpogone entwickeln.

Die Textfig. 5 stellt einen medianen Schnitt durch eine Conzeptakelanlage dar, etwa von dem Alter der von Solms auf Taf. III Fig. 9 abgebildeten. Man sieht aus dem basalen Polster ein Büschel Zellfäden entspringen, die sich nach aussen

(1) l. c. p. 55.

dadurch verzweigen, dass die Endzellen seitlich je zwei Zellen abgliedern. Das ist ein Verzweigungsmodus etwa wie die falsche Dichotomie. Ueber jeder Endzelle steht ein Gallertprisma GP, erzeugt, wie Solms angibt, durch Verquellung der Membran. Das ganze Büschel ist noch umhüllt von einer cuticuloiden Lamelle cL, die gleichmässig in die des Corallinasprosses übergeht.

Textfig. 6 nach Thuret. Conzeptakel von Choreonema.

Auf diesem Entwicklungszustand ist es noch unmöglich zu entscheiden, ob wir es mit einem ungeschlechtlichen oder einem weiblichen Conzeptakel zu tun haben. Die männlichen Conzeptakelanlagen entsprechenden Alters sind kleiner.

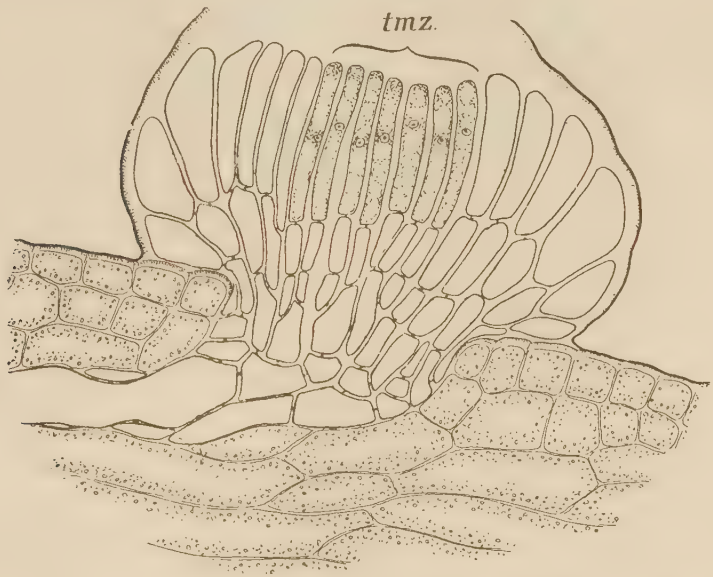
Beim weiteren Wachstum erfahren die Endzellen der an der Peripherie des Büschels stehenden Zellreihen eine beträchtliche Streckung und werden nach ihrem Ende hin breiter. Das zeigen die Textfig. 7. und 10. Schliesslich wird am breiten Ende eine plattenförmige Zelle abgeschnitten, — analog den Rindenzellen der Corallinaarten— wie Textfig. 11, Rz demonstriert. Diese Zellen schliessen dicht aneinander und bilden gleichsam eine Rindenschicht der Conzeptakelwand. Von aussen betrachtet gewinnt das Conzeptakel dann das aus den Riocreuxschen Zeichnungen bekannte regelmässig gefelderte Aussehen (vergl. Textfig. 6). Der Punkt in der Mitte jeden Feldes ist der Tüpfel, der die Rindenzelle mit ihrer Mutterzelle verbindet.

Die Endzellen der inneren Zellenreihen, soweit sie noch an der Conzeptakelwandbildung teilnehmen, haben dagegen eine ganz andere Gestalt. Sie sind klein und länglich und kleiden in fertigen Conzeptakeln die Röhre des Ostiolums aus, wie Textfig. 11, b zeigt.

Die Art, wie die Wand sich bildet, ist bei allen drei Arten von Conzeptakeln völlig gleich. Die stets kleineren, männlichen

Behälter werde ich weiterhin nicht mehr erwähnen, weil mir mein Material gerade die Entscheidung der strittigen Frage nach der Entstehung der Spermatien nicht gestattet.

Unterschiede zeigen sich nun in der weiteren Entwicklung der Endzellen der centralen Partie des Büschels, der Diskuszellen, je nachdem es sich zum ungeschlechtlichen oder zum weiblichen Fruchtbehälter ausbildet.



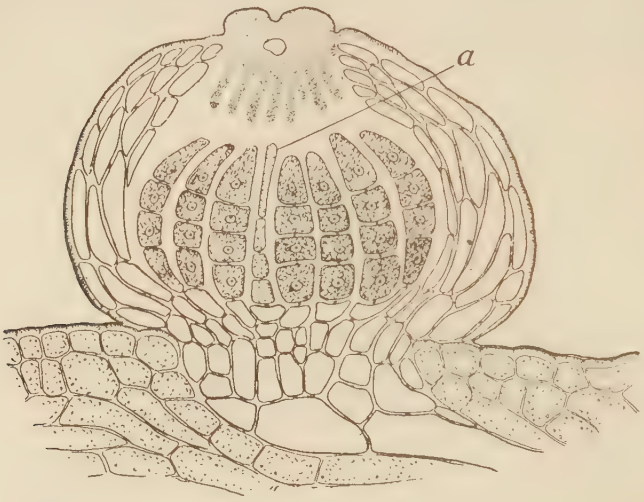
Textfig. 7. Längsschnitt von Corallina mit Conzeptakelanlage von Choreonema. Vor der Teilung der Tetrasporenmutterzellen tmz.

Im ersteren Falle strecken sich die Diskuszellen zunächst etwas in die Länge (Textfig. 7), dann füllen sie sich mit sehr dichtem Plasma, schwellen an und zerfallen schliesslich in vier Sporen. Textfig. 8 zeigt einen Längsschnitt durch ein Conzeptakel mit reifen Tetrasporen. Ueber jeder Sporenreihe erkennt man noch den Rest des zugehörigen Gallertprismas. Die Zellen der Conzeptakelwand enthalten nur noch einen ganz dünnen protoplasmatischen Wandbelag und sind durch die Tetrasporen stark zusammengedrückt worden.

Bei Corallina mediterranea fand Solms (1) zwischen den Tetrasporen stehende, aus 3 bis 5 langcylindrischen Zellen gebildete Fäden, die er als Paraphysen bezeichnet. Ich habe bei Choreonema Thureti weder auf Querschnitten noch auf Längs-

(1) l. c. pag. 34 f. und Taf. I Fig. 7.

schnitten durch das Conzeptakel etwas dergleichen finden können. Der aus vier Zellen gebildete Faden bei a der Textfig. 8 ist lediglich eine stark seitlich angeschnittene Tetrasporenreihe



Textfig. 8. Conzeptakel von Choreonema mit reifen Tetrasporen. Bei a seitlich geschnittene Tetrasporenreihe.

In den weiblichen Conzeptakelanlagen beginnt die Bildung der Carpogonäste an den mittleren Zellen des Diskus und schreitet centrifugal fort. Die Diskuszellen füllen sich mit dichterem Plasma, die Vacuolen verschwinden völlig. In diesem Stadium unterscheiden sich die weiblichen Conzeptakelanlagen kaum von dem in der Textfig. 7 wiedergegebenen Entwicklungszustand der ungeschlechtlichen.

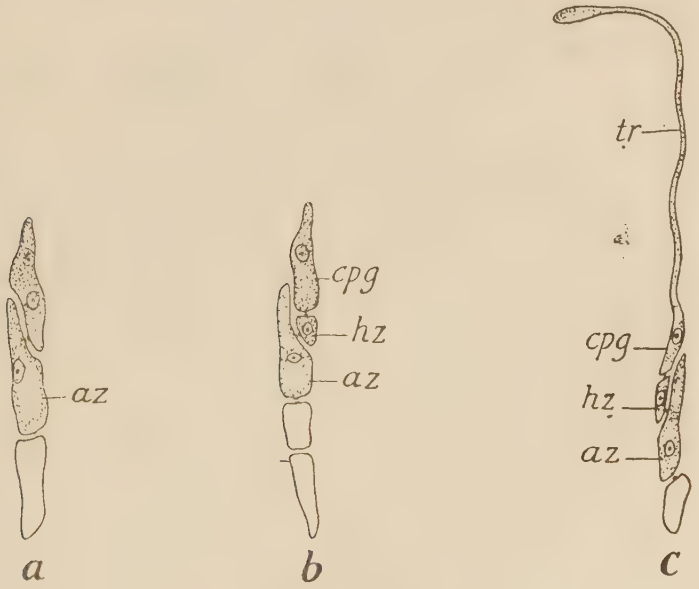
Dann teilt sich jede der Endzellen durch eine schiefstehende Wand in zwei (Textfig. 9,a), deren untere, az, die Auxiliarzelle darstellt, wie wir unten nachweisen werden.

Die obere läuft nach unten keilförmig spitz zu und bleibt mit der Auxilare durch einen Tüpfel verbunden. Ihr Kern liegt etwas unterhalb der Mitte. Durch eine quere, oberhalb des Tüpfels liegende Wand wird dann das untere spitze Ende als kleine hypogyne Zelle abgeschnitten (hz, Textfig. 9,b).

Die Textfig. 10 zeigt einen Längsschnitt durch ein Conzeptakel, in dem diese Entwicklung gerade vor sich geht und veranschaulicht auch ihren centrifugalen Verlauf. An den beiden mittleren Zellfäden, 1 und 2, ist der Carpogonast der Zellenzahl

nach fertiggestellt, während nach aussen hin, 3 und 4, die letzte Teilung noch nicht stattgefunden hat.

Die oberste Zelle wird zum Carpogonium. Ihr Kern wandert gegen das obere Ende hin, das nun zur langen Trichogyne auswächst (Textfig. 9c). Die Ausbildung der Trichogynen eilt der völligen Ausbildung der Wand des Conzeptakels voraus, wie das die Solmssche Fig. 8, Taf. 3 zeigt. Jedoch scheinen die Carpogonien erst nach Vollendung der Conceptakelwand befruchtungsreif zu werden. Ich habe wenigstens kein befruchtetes Carpogonium gesehen, in einem Conzeptakel, dessen Wand nicht fertig gewesen wäre.



Textfig. 9. Entwicklung des Carpogonastes von Choreonema. az. Auxiliarzelle, hz. hypogyne Zelle, cpg. Carpogonium.

Auch die Auxiliarzelle wächst zu einer kurzen haarartigen Spitze aus, die mit leichter Krümmung nach dem Carpogon deutet, wie das die Textfig. 9b zeigt.

Die Zahl der unter der Auxiliare stehenden Zellen des Fadens wechselt. Ich kann daher nicht sagen, ob kurz vor dem Abschneiden der Carpogonmutterzellen die Diskuszellen sich noch einmal teilen, wie Solms (1) das für Corallina angibt.

(1) l. c. pag. 39.

Textfig. 10. Junges weibliches Conzeptakel von Choreonema. az. Auxiliarzelle, hz. hypogyne Zelle, cpg. Carpogonium.

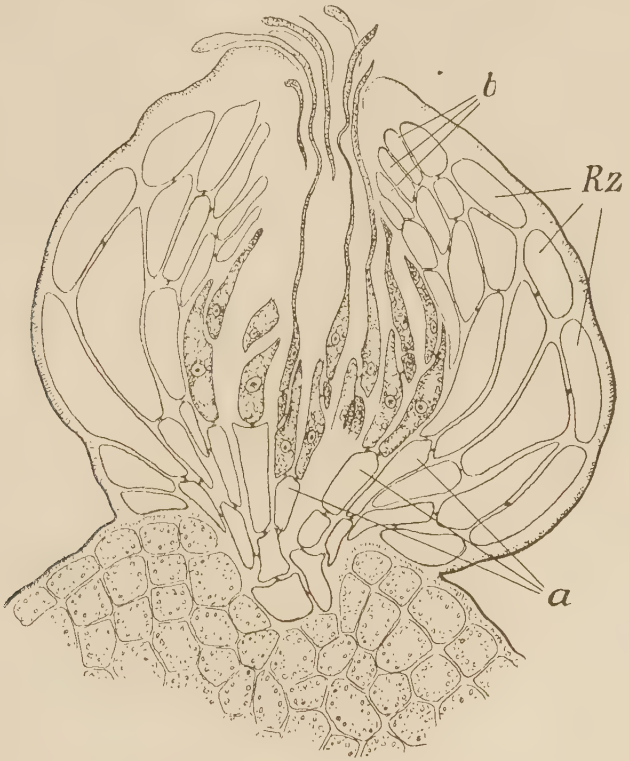
Die Textfig. 11 bringt ein Bild des Conzeptakels mit befruchtungsreifen Carpogonien. Die Wand ist bis auf den terminalen Porus völlig geschlossen. Die Trichogynen zeigen an ihrer Spitze eine kolbige Anschwellung. Die peripheren Carpogonäste stehen noch vor der Abgliederung der hypogynen Zelle.

Sowohl Solms (1), als Schmitz (2), als auch Pilger (3) geben an, dass nur die mittleren Carpogonäste völlig ausgebildet werden. Solms sagt, dass er niemals eins der randständigen Carpogonien in befruchtungsfähigem Zustand getroffen habe. Bei Choreonema Thureti habe ich sehr oft die sämtlichen Carpogonien eines Conzeptakels vollkommen entwickelt gefunden. Da die Entwicklung von der Mitte nach dem Rande fortschreitet, kann man natürlich auch die randständigen noch auf jüngeren Entwicklungsstufen sehen, etwa vor dem Abschneiden der hypogynen Zelle, während die zentralen schon lange Trichogynen haben. Aber da ich auch randständige Carpogonien befruchtet und in Weiterentwicklung begriffen fand, ist es sicher, dass sie alle ausgebildet werden können. Ob es stets geschieht, wird wohl davon abhängen, ob schon früh eines der zentralen Carpogonien befruchtet wird. Die dann einsetzenden Vorgänge hemmen die Fertigstellung der äusseren Aeste.

Bei der überaus grossen Zahl von Carpogonästen bei Lithophyllum wird es ja wohl nur selten zur vollen Ausbildung, viel weniger zu einer Befruchtung der äussersten Aeste kommen.

(1) l. c. pag. 41. (2) pag. 234. (3) pag. 263.

Wie oben geschildert wurde, sind es die Endzellen der mittleren Zellreihen, welche die Carpogonmutterzellen erzeugen. In dieser Hinsicht stimmen meine Beobachtungen an Choreonema mit denen von Solms an Corallina mediterranea überein. Nach Bornet dagegen soll es bei Corallina mediterranea die vorletzte Zelle sein, die den Conzeptionsapparat entwickelt. (1). Auch Schmitz, der das sicherlich selbst untersucht hat, gibt das so an, leider ohne es abzubilden. Aber ich glaube, dass beide Autoren die Spitze der Auxiliarzelle für eine besondere Zelle angesehen haben. Tatsächlich dürfte das Carpogonium endständig sein.



Textfig. 11. Conzeptakel von Choreonema mit befruchtungsreifen Carpogonien. Rz. Rindenzellen.

Ebenso ist Solms wohl getäuscht worden, wenn er angibt, dass sowohl das Carpogon, als auch die hypogyne Zelle Trichogynen entwickeln können. (2)

(1) pag. 94. (2) pag. 40.

Bei der ausserordentlichen Kleinheit der Organe sind solche Irrtümer vor allem dann begreiflich, wenn man bedenkt, dass alle drei Autoren kein Mikrotom verwandten, sondern mit Rasiermessern schnitten oder mit Hilfe der Nadel präparierten.

Auf einen Punkt möchte ich noch aufmerksam machen, in dem Choreonema von dem bisher Bekannten abweicht. Bei ihr gehört zu jeder Auxiliarzelle nur ein Carpogonium. Für Corallina mediterranea gibt Solms aber an, dass deren zwei von einer Auxiliare getragen würden. Unter den Figuren 2 bis 12 seiner Tafel 2 findet man aber kein Bild, welches deutlich zwei Carpogonien zeigte und es ist möglich, dass in Wirklichkeit auch nur eines ausgebildet wird, während die Schwesterzelle der Carpogonmutterzelle steril bleibt.

Das würde übereinstimmen mit dem, was Pilger für Lithothamnion Philippii schildert (1).

Auch Heydrich (2) gibt ein Bild von seinem Sporolithon (Tafel 1 Fig. 16 und 17), das dazu stimmen würde. Dort sitzt der Auxiliarzelle neben dem Carpogonium ein zweizelliger steriler Ast auf. Dass dieser, schon vor der Befruchtung vorhandene Ast, nichts mit Gonimoblasten zu tun hat, wie Heydrich meint, ist selbstverständlich.

Ich habe versucht, mich von der Richtigkeit der Angaben von Solms und Pilger zu überzeugen und habe zu diesem Zweck ein nicht näher bestimmtes Lithophyllum geschnitten. Aber die Fixierung des Materials liess zu wünschen übrig und die Zellen des Conzeptionsapparats sind bei dieser Gattung so klein, dass es mir trotz Schnitten von nur 3 μ Dicke nicht gelang, einwandfrei den Zusammenhang der einzelnen Elemente des Procarpiums zu erkennen. Auch bei Corallina waren meine Bemühungen vergeblich. Das Material, das Herr Graf zu Solms Laubach mir zur Verfügung stellte, war zu alt und anderes, das Herr Prof. Kuckuck im Herbst 1909 in Helgoland gesammelt hatte, enthielt zu wenig weibliche Pflanzen (3).

Somit bleibt die Möglichkeit bestehen, dass Differenzen im Bau der Procarpien innerhalb der Familie der Corallineen existieren. Sollten sich die Angaben von Solms und Pilger bestätigen, so gewänne man vielleicht ein Mittel, das die Gattungsabgrenzung zwischen Melobesia, Lithophyllum und Lithothamnion erleichterte.

Befruchtung und Weiterentwicklung.

Trotz der grossen Zahl von Carpogonien, die mir zu Gesicht kamen, habe ich niemals die Verschmelzung des männlichen und

(1) pag. 263. (2) Heydrich, F. Ueber d. weibl. Conzept. von Sporolithon. Bibl. bot. 1899, Heft 49, pag. 13.

(3) Beiden Herren möchte ich auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank für ihr liebenswürdiges Entgegenkommen aussprechen.

weiblichen Kernes gesehen. Und nur einmal fand ich eine Trichogyne, an deren Spitze ein Spermatium klebte. Das hat zum Teil seinen Grund darin, dass die aus dem Conzeptakel hervorragenden Trichogynenden meistens durch die Präparation verletzt oder abgestossen worden waren. Uebrigens legte ich auf den Nachweis der Befruchtung keinen Wert, da dieses Stadium kaum etwas Besonderes bieten dürfte.

In den meisten Fällen schreitet nur ein Carpogonium im Conzeptakel zur Weiterentwicklung. Jedoch kann es, offenbar unter günstigen Umständen, auch vorkommen, dass mehrere sich weiterentwickeln. So stammen z. B. die beiden in Fig. 4 und 5 der Tafel abgebildeten Stadien aus dem gleichen Conzeptakel.

Nach vollzogener Befruchtung beginnt die Zygote anzuschwellen, wie das Fig 1 der Tafel zeigt. Die Spitze der Auxiliarzelle, die über der hypogynen Zelle und dem Carpogonium lag, ist weggeschnitten und fehlt daher in der Zeichnung. Nur ein Teil ihrer Wand ist noch zu erkennen. Die Fig. 2a bringt dann ein nur wenig älteres Stadium in seitlicher Ansicht. Das Plasma der Zygote ist lockerer und kleine Vakuolen treten auf. Die Tüpfel zwischen dem Carpogonium und der hypogynen Zelle und zwischen dieser und der Auxiliare sind zu breiteren Plasmasträngen geworden. Ob dabei die Schliesshaut des Tüpfels aufgelöst oder gesprengt wird, vermag ich nicht anzugeben. Jedenfalls hat der Verbindungskanal der Zellen einen viel grösseren Durchmesser als der ursprüngliche Tüpfelkanal. Man wird wohl annehmen dürfen, dass dadurch ein leichterer und schnellerer Nährstofftransport zu der anschwellenden Zygote ermöglicht wird.

Bei Gloeosiphonia hat Oltmanns eine ähnliche Durchbrechung der Tüpfel beobachtet (1). Dort treten Fusionierungen der Auxiliarzelle mit der über ihr liegenden Zentralzelle des Sporenhaufens und den unter ihr liegenden Zellen des axilen Fadens auf, nachdem die Baustoffe aus dem Procarpzweig ausgewandert sind. Oltmanns nimmt an, dass die breiten Plasmastränge der Ernährung der Sporen zu gute kommen.

In der Fig. 2b ist der im nächsten Schnitt liegende Rest des befruchteten Carpogoniums und der hypogynen Zelle mit ihrem Kern abgebildet.

Den nächsten Schritt in der Entwicklung zeigt die Fig. 3. Hier sind drei, nebeneinander stehende Carpogonäste dargestellt. Vom linken ist nur die Auxiliarzelle (az_2) gezeichnet. Am rechten ist das unbefruchtete Carpogonium (cpg_3) und die hypogyne Zelle (hz_3) in Degeneration begriffen. Ihr Plasma ist sehr dunkel gefärbt, die Kerne sind kaum noch als dunkle Punkte erkennbar. Das

(1) Oltmanns, F. Zur Entwicklungsgeschichte der Florideen. Bot. Ztg. 1898 pag. 113.

gleiche Schicksal erleiden alle nicht befruchteten Carpogonien. Als dunkel gefärbte Fäden stehen sie später in wirrem Büschel zwischen den Sporen.

Das befruchtete Carpogonium (cpg_1) des mittleren Astes ist nun aber mit der zugehörigen Auxiliarzelle (az_1) verschmolzen. Die Spitze der Auxiliare scheint hier völlig in der Verschmelzung aufgegangen zu sein, meistens aber findet die Fusionierung so statt, dass das oberste Ende der Spitze erkennbar bleibt. Noch in ganz alten Fruchtanlagen sieht man es oft als dunkles Häkchen auf dem angeschwollenen Carpogonbauch sitzen. Auch in Querschnitten durch das Conzeptakel wird es uns noch begegnen, so z. B. in Fig. $6b_1$, (saz_1).

Nach vollzogener Fusion fängt auch das Plasma der Auxiliare an lockerer zu werden, während in den beiden benachbarten Auxiliarzellen (az_2 und az_3) das Plasma noch das ursprüngliche dichte Aussehen zeigt.

Durch die Untersuchungen von Oltmanns und Hassenkamp (1) an anderen Gattungen der Cryptonemiales wissen wir, dass auch dort die Zygote mit der Auxiliare verschmilzt. Dann teilt sich der sporogene Kern in zwei, von denen einer in die Auxiliarzelle übertritt. Das ist der Vorgang, der Schmitz auf die Annahme einer doppelten Befruchtung bei den Florideen brachte. Oltmanns konnte jedoch an Dudresnaya, Gloeosiphonia und auch an je einer Form der Ceramiaceen und Rhodomelaceen (Callithamnion und Dasya) nachweisen, dass keine Verschmelzung des übergetretenen sporogenen Kerns mit dem Kern der Auxiliarzelle stattfindet. Vielmehr teilt sich der sporogene Kern in der Auxiliare in zwei und diese zerfällt dann in eine sogenannte Centralzelle, die zur Sporenbildung schreitet und nur einen sporogenen Kern bekommt, und in eine andere Zelle, welche neben dem Auxiliarkern auch den zweiten sporogenen Kern enthält. Die letztere bezeichnet Oltmanns als Fusszelle. Hassenkamp schildert völlig das Gleiche für Thuretella Shousboei.

Von diesen Vorgängen habe ich nun bei Choreonema nichts beobachten können. Ein Kernübertritt aus der Zygote in die Auxiliare nach vollzogener Fusion beider Zellen findet nicht statt. Meistens bleibt der sporogene Kern (sK) zunächst ungeteilt an seinem Platz liegen im oberen Ende des Carpogoniums, gegen den Trichogynansatz hin, wie in der Fig. 1 und 2. Doch kann er auch tiefer wandern wie in der Fig. 3.

Der Auxiliarkern liegt in den meisten Fällen im unteren Teil der Zelle (aK_1 der Fig. 3). Aber auch hier herrscht Ver-

(1) Hassenkamp, A. Ueber d. Entwicklung d. Cystocarpien bei einigen Florideen. Bot. Ztg. 1902. 60 p. 65.

schiedenheit. In der Fig. 2 z. B. ist er ganz in der Spitze der Auxiliare zu finden.

Ebensowenig wie ein Uebertritt eines sporogenen Kerns in die Auxiliare findet eine Teilung der letzteren in Fuss- und Centralzelle statt Das ist vollkommen begreiflich, da wir ja schon von den früheren Untersuchungen her wissen, dass bei den Corallineen nicht der einzelne Carpogonast zur Sporenbildung schreitet, sondern dass die Gesammtheit der Aeste gemeinsam an der Fruchtentwicklung teilnimmt.

Sobald die Fusion der Zygote mit der Auxiliare des gleichen Astes vollzogen ist, treibt das Carpogonium nach den benachbarten Auxiliarzellen anderer Aeste Fortsätze. Diese Auxiliaren kommen den Fortsätzen auf halbem Wege entgegen, indem sie kleine Ausstülpungen gegen das befruchtete Carpogonium bilden. Das sieht man an az_2 der Fig. 3 und an az_2 der Fig. 5. Wo die Fortsätze aufeinander stossen, findet dann Wandresorption und Verschmelzung des Plasmas statt. Die rechte Auxiliarzelle der Fig. 3 (az_3) ist ebenfalls schon in die Fusion einbezogen. Das wurde jedoch nicht eingezeichnet, weil die Verschmelzungsstelle von der hypogynen Zelle (hz_3) bedeckt wird.

Die hypogyne Zelle (hz_1) des befruchteten Carpogoniums wird jedoch nicht in die Verschmelzung einbezogen. Die breiten Plasmaverbindungen, die sie auf dem Stadium der Fig. 2 noch mit dem Carpogonium und der Auxiliarzelle verbinden, sind in der Fig. 3 und auf allen älteren Stadien nicht mehr zu sehen. Offenbar sind sie überflüssig geworden, nachdem eine direkte Verbindung zwischen Zygote und Auxiliare hergestellt ist, und werden dann zurückgebildet. Dass die hypogyne Zelle aber wenigstens zeitweilig eine Rolle im Stofftransport spielt, dafür spricht die Tatsache, dass sie viel später degeneriert, als die anderen hypogynen Zellen des gleichen Conzeptakels. Oft sieht man sie noch in ganz alten Verschmelzungen als dunkles Zellchen in der Nähe des befruchteten Carpogoniums liegen.

In den Figuren 4 und 5 sind zwei, wieder etwas ältere Verschmelzungsstadien wiedergegeben. Sie stammen aus dem gleichen Fruchtbehälter, standen einander diametral gegenüber nahe an der Conzeptakelwand und sind etwa gleich alt. Man erkennt noch deutlich die befruchteten Carpogonien (cpg) mit den Resten der Trichogynen (tr) und den hypogynen Zellen (hz). Weniger sicher lassen sich die dazu gehörigen Auxiliarzellen erkennen. Doch glaube ich, dass es die mit az_1 bezeichneten Zellen sind. Dafür scheint mir die Lage der hypogynen Zellen zwischen ihnen und den Carpogonien zu sprechen. Der ursprünglich schmale Fusionskanal der Fig. 3 ist hier zu einer breiten Verbindung geworden, sodass man von e i n e r Fusionszelle mit

zwei Spitzen und zwei Kernen sprechen könnte. Das Plasma ist wieder ein sehr lockeres Netzwerk mit vielen Vakuolen. Die sporogenen Kerne haben sich gegenüber dem Stadium der Fig. 3 erheblich vergrössert und liegen in Einzahl inmitten der Zygote. Auch die Auxiliarkerne (aK) sind grösser geworden. In der Fig. 4 ist nur eine kleine Calotte des Auxiliarkerns (aK_1) zu sehen. Der grössere Teil lag in dem nächst höheren Schnitt. Auch in dem, in der Fig. 5 dargestellten Schnitt lag der Auxiliarkern in einer höheren Ebene als der sporogene Kern.

In beiden Bildern sieht man nun auch, wie entfernter stehende Auxiliarzellen in die Verschmelzung einbezogen werden. Unter az_1 der Fig. 5 geht eine breite Plasmabrücke zu der an der Wand des Conzeptakels stehenden Auxiliare (az_2) hinüber und ist schon mit dieser fusioniert. Völlig gleich ist das in der Fig. 4 mit az_3 geschehen, nur ist hier die Verschmelzungsstelle selbst durch die Auxiliare verdeckt. Ausserdem zeigt die gleiche Figur noch den unteren Teil einer weiteren Auxiliare, die auch schon in die Verschmelzung einbezogen ist.

So wie in den beiden, in den Figuren 4 und 5 abgebildeten Fällen die Auxiliarzellen mit der Zygote fusionieren, so werden auch alle andern Auxiliaren in einem Conzeptakel durch den Sporophyten aufgesucht und verschmelzen mit ihm. Wenn es aber schon nicht leicht ist, in diesem noch recht jungen Stadium eine sichere Deutung der Bilder zu geben, so erhöhen sich auf älteren Stadien die Schwierigkeiten noch beträchtlich. Die Procarpien stehen in grosser Zahl sehr dicht beieinander, ihre Zellen sind verhältnismässig klein. Dazu kommt noch, dass die anschwellende Zygote und die von ihr ausgehenden Fortsätze Verschiebungen in der ursprünglichen Stellung der Carpogonäste zueinander bedingen. Dadurch werden Längsschnitte durch die junge Fruchtanlage immer schwerer deutbar und es ist ganz und gar unmöglich, zwei aufeinander folgende Schnitte zu kombinieren, um auf diese Weise Klarheit zu bekommen.

Nach dem bisher Gesagten ergibt sich jedenfalls soviel, dass die oben (Seite 3) wiedergegebene Vermutung von Schmitz über die Art, wie die Verschmelzung der Auxiliaren zu Stande kommt, in der Hauptsache richtig ist. Es steht nichts im Wege, die kurzen vom Carpogon, bezw. von der Fusionszelle nach anderen Auxiliarzellen ausgehenden Fortsätze als stark reduzierte sporogene Fäden zu bezeichnen. Ein Unterschied gegenüber dem, was man seither mit diesem Namen bezeichnete, besteht nur darin, dass sie bei Choreonema keine sporogenen Kerne enthalten.

Da nun Längsschnitte keine klare Vorstellung von den Verhältnissen geben, so wollen wir die weitere Entwicklung der Verschmelzung an Querschnitten verfolgen.

Die Fig. 6 bringt eine Serie von fünf aufeinander folgenden Schnitten durch ein Entwicklungsstadium, das etwas älter sein dürfte als die in den Figuren 4 und 5 wiedergegebenen. Es ist nur ein Teil der Procarpäste des Conzeptakels gezeichnet worden, soweit er bereits in die Verschmelzung einbezogen worden ist, und soweit er notwendig ist, um die einzelnen Zellen in den verschiedenen Schnitten wiederzuerkennen. Die in allen fünf Schnitten auftretende Reihe der mit 5 bis 8 bezeichneten Carpogonäste dient nur dem letzteren Zweck und erleichtert das Wiederauffinden anderer, in ihrer Nähe liegender Aeste.

Die Querschnitte nahe der Spitze eines Conzeptakels können naturgemäss nur Querschnitte durch Trichogynen oder den obersten Teil von Carpogonien bieten. Da nun — wie die Textfig. 11 zeigt — die Auxiliarzellen nicht alle in einer Ebene, sondern in verschiedener Höhe enden, so wird man auf tieferen Querschnitten durch das Conzeptakel das eine Carpogonium allein treffen, ein anderes neben seiner Auxiliare finden. Auch kann man an einem dritten Ast die Auxiliarzelle schon so tief geschnitten haben, dass der Schnitt unterhalb der Ansatzstelle der hypogynen Zelle durchgeht.

Alle drei Möglichkeiten sind in dem in der Figur 6 a wiedergegebenen Schnitt verwirklicht. Von den Carpogonästen 2, 3, 6 und 7 sieht man nur Querschnitte von Carpogonien. Dagegen zeigen die Aeste 4, 5, 8 und 9 das Carpogonium neben seiner Auxiliare liegend, während die Aeste 10 und 11 unterhalb des Ansatzes der hypogynen Zelle getroffen sind und die Auxiliare allein zeigen. Die unbefruchteten Carpogonien fallen durch die dunklere Färbung ihres Inhaltes auf. Sie bieten auf dem Querschnitt annähernd die Form eines Halbmondes und umgreifen die Auxiliaren teilweise. Dadurch wird es leicht zu bestimmen, welche Auxiliaren und Carpogonien zusammengehören. Dagegen ist es unmöglich, die verschrumpften unbefruchteten Carpogonien von den unter ihnen stehenden hypogynen Zellen zu unterscheiden. Da jedoch beider Rolle ausgespielt ist, ist das ohne Belang.

In der Fig. 6 b sieht man dann auch die Querschnitte der im vorhergehenden Schnitt noch nicht getroffenen Auxiliarzellen der Carpogonäste 2, 3, 6 und 7. Die Fig. 6c enthält von Carpogonien resp. hypogynen Zellen nur noch die der Aeste 2 und 3. In dem der Fig. 6d zu Grunde liegenden Schnitt ist auch von ihnen nichts mehr zu sehen. Er enthält nur noch Querschnitte von Auxiliarzellen.

Ausser den bisher besprochenen zehn Carpogonästen 2 bis 12 zeigt die Fig. 6 a auch noch das befruchtete Carpogonium (cpg_1). Wenn es auch noch eine Andeutung des ursprünglich halbmondförmigen Aussehens aufweist, so kann man es als solches doch nur mit Hilfe der folgenden Schnitte identifizieren. Sein Querschnitt in Fig. 6 a ist infolge der nach der Befruchtung eingetretenen Anschwellung grösser und zeigt weniger dichtes Plasma als die nicht befruchteten, aber noch wenig degenerierten Carpogonien (cpg_8 und cpg_9). Im folgenden Schnitt, Fig. 6 b_1, liegt ein sporogener Kern (sK). Links neben der Zygote erscheint dann noch bei hoher Einstellung die Spitze (saz_1) der Auxiliarzelle, während man bei tieferer Einstellung das in Fig. 6 b gezeichnete Bild bekommt. Hier ist die Auxiliarzelle (az_1) selbst getroffen samt ihrem Kern (aK). Zwischen ihr und der Zygote sind die trennenden Wände gelöst, und die Verschmelzung ist so breit, dass man die ursprüngliche Form der beiden Zellen kaum noch erkennt. Das Ganze macht vielmehr eher den Eindruck einer einzigen Zelle.

Von den übrigen Auxiliarzellen der Gruppe sieht man in Fig. 6 b_1 und 6 b_2 auch die des Astes 4 in Fusion mit der Zygote. Jedoch liegt die Verschmelzung nur in diesem einen Schnitt. Die Fig. 6 c zeigt die Auxiliare 4 wieder frei, dafür aber drei weitere Verschmelzungen mit den Auxiliarzellen 9, 10 und 11. Der Auxiliare 2 liegt ein sporogener Faden (sf) schon dicht an. Ausserdem taucht in diesem Schnitt die dreieckige hypogyne Zelle (hz_1) der Zygote mit ihrem Kern auf, fast ganz eingeschlossen von der Verschmelzung.

Der nächste Schnitt, Fig. 6 d zeigt die Fusion mit der Auxiliare 2; 9 und 11 sind schon unterhalb der Verschmelzungsstelle geschnitten, ebenso die Auxiliare 1, die inselartig in einer Bucht des Sporophyten liegt. Der in diesem Schnitt auftretende Kern (sK) kann keiner Auxiliaren angehören und muss ein Abkömmling des sporogenen Kerns sein.

In der Fig. 6 e endlich sind alle elf Auxiliarzellen wieder frei. Zwischen ihnen liegt noch ein Stück des Sporophyten, der nach der Basis des Conzeptakels hin wächst.

Die eben betrachteten Querschnitte zeigen schon die Schwierigkeiten, die einer Identifizierung der einzelnen Auxiliarzellen in verschiedenen, aufeinander folgenden Schnitten entgegenstehen. Vielfach sind die Zellen nur an ihrer gegenseitigen Lage wieder zu erkennen. Durch die überall entstehenden Copulationsfortsätze wird das Gesamtbild in manchen Schnitten vollständig verwischt und der Eindruck erweckt, als ob, wie Solms annahm, die Auxiliarzellen ganz und gar in einer Fusion verschwänden. Das ist hier jedoch nicht der Fall. Die Fig. 6 e

lehrt vielmehr, dass die Basis der Auxiliarzellen selbständig bleibt. Dasselbe zeigt übrigens auch schon der Längsschnitt der Fig. 4 an den Auxiliarzellen az_2 und az_4. Ich werde weiter unten, bei der Betrachtung eines anderen Querschnittes durch eine ältere Fruchtanlage auf diese Frage noch einmal zurückkommen.

Die Figuren 7 a bis c zeigen dann drei aufeinanderfolgende Querschnitte durch eine ältere Verschmelzung. Man sieht wieder eine Anzahl Carpogonäste quer geschnitten. An einigen kann man diesmal die hypogyne Zelle erkennen. Das ermöglicht der Tüpfel, der sie mit der zugehörigen Auxiliarzelle verbindet, und der deutlich an den Aesten 2, 3, 4 und 20 zu sehen ist. Die unbefruchteten Carpogonien zeigen das gleiche verschrumpfte Aussehen wie in der Fig. 6. An ihrer konkaven Seite liegt jeweils die Auxiliarzelle des gleichen Astes.

Das mit cpg_1 bezeichnete Carpogonium ist befruchtet worden. Daneben liegt (saz_1) die Spitze der Auxiliarzelle. Die Zygote hat in diesem Schnitt fusioniert mit den Auxiliaren 2 und 19. Im linken Teil des Schnittes liegt eine Gruppe weiterer Verschmelzungen. Aus der Tatsache, dass sie hier von der Zygote isoliert erscheinen, darf man nicht schliessen, sie wären auch ohne einen von der Zygote ausgehenden Reiz entstanden. Der nächst tiefere Schnitt, Fig. 7 b zeigt, dass für alle der Zusammenhang mit dem befruchteten Carpogonium durch die Auxiliare 22 hergestellt ist, deren Umrisse in der Fig. 7 b überhaupt nicht mehr zu erkennen sind. Die Verschmelzung wird so vollzogen worden sein, dass nach der Fusionierung der Zygote mit der eigenen Auxiliare zunächst die Zygote mit der Auxiliare 22 fusionierte, und von dieser dann sporogene Fäden nach den Auxiliaren 16 und 17 ausgingen. Von der ersteren ging die Verschmelzung dann weiter zu 14 und 15.

Während nun die Fig. 7 a noch verhältnismässig leicht eine Orientierung über die einzelnen Carpogonäste gestattete, war das Zurechtfinden in den Schnitten der Figuren 7 b und 7 c eine mühsame Arbeit. Zunächst zeigen sich darin weitere Auxiliarzellen, die in der Fig. 7 a noch selbständig auftreten, in das Netz der Fusionierungen einbezogen. Das ist in der Fig. 7 b z. B. mit den Auxiliarzellen 2, 3, 9 und 18 der Fall. Sie alle einzeln hier zu nennen ist überflüssig. Wenn man die drei Bilder miteinander vergleicht, wird man finden, dass alle gezeichneten Auxiliarzellen in einem der Schnitte mit dem Sporophyten in Verbindung stehen.

Wichtiger ist dagegen eine andere Erscheinung, die uns in den Schnitten der Fig. 6 schon begegnete, hier aber recht deutlich wird. Ich meine die Tatsache, dass die Auxiliarzellen

nicht völlig durch Auflösen ihrer Wände in der Verschmelzung verschwinden, sondern mindestens nach ihrer Basis hin ihre Selbständigkeit bewahren. Solms glaubte, dass die Wände der Auxiliarzellen aufgelöst würden, und dabei eine grosse plattenförmige Zellfusion entstünde. Er schreibt (1): „Indem diese secundäre, durch die Befruchtung angeregte Copulation vom Ursprungspunkt aus ringsum in rascher Folge, immer weitere Kreise von Procarpien ergreifend, fortschreitet, kommt es bald dahin, dass die sämtlichen carpogenen (Auxiliar-)Zellen des Discus in einer einzigen Fusion zusammenfliessen, in deren Längsschnitt man auf die Zahl der jeweils getroffenen Componenten direkt aus der Zahl der tragenden Zellreihen schliessen kann."

Nun zeigte aber der in der Fig. 6 e wiedergegebene Schnitt bereits, dass zwischen der Basis der Auxiliarzellen eine Neubildung des Sporophyten lag. Die beiden Schnitte 7 b und 7 c demonstrieren noch klarer, dass die Auxiliarzellen nicht völlig in einer grossen Fusion verschwinden. Der Sporophyt hat einen vielfach gebuchteten und gelappten Rand. In den Buchten liegen die Auxiliarzellen und werden von den Fortsätzen des Sporophyten umwachsen. So findet man in der Fig. 7 b und 7 c die Auxiliarzellen der Aeste 13 bis 17 und 19 wieder frei, deren Verschmelzung mit dem Sporophyten in der Fig. 7 a getroffen ist. Zu ihnen gesellen sich in Fig. 7 c weitere, die in Fig. 7 b erst Verschmelzung zeigen.

Nun liesse sich gegen die eben gegebene Deutung der Schnitte der Figuren 7 b und 7 c einwenden, dass die frei in den Buchten des Sporophyten liegenden Zellen keine Auxiliarzellen wären, sondern dass der Schnitt bereits die tiefer stehenden Trägerinnen der Auxiliaren getroffen hätte.

Zur Entkräftung dieses Einwandes lässt sich Folgendes geltend machen. Vielfach sitzen zwei Auxiliarzellen einer einzigen Tragzelle auf, wie Textfig. 2 beweist. Man muss also in den Schnitten durch die Basis eines Conzeptakels eine kleinere Zahl von Zellen treffen als in den höheren. Bis auf die Auxiliare des befruchteten Carpogoniums und die des Astes 22, auf die ich noch zu sprechen komme, ist aber auch in Fig. 7 c noch die gleiche Zahl von Zellen zu sehen wie in Fig. 7 a. Darum ist es nicht wahrscheinlich, dass dieser Schnitt schon Tragzellen der Auxiliaren enthält.

Sollte das aber trotzdem der Fall sein, so wäre damit ja nur bewiesen, dass die Zygote sich keineswegs darauf beschränkt, die Auxiliarzellen zur Copulation anzuregen, sondern dass sie

(1) l. c. pag. 43.

auch noch grosse lappige Fortsätze zur Basis des Conzeptakels entsendet.

Was nun die Auxiliare 22 anlangt, so kann bei den Fusionen innerhalb eines Conzeptakels es wohl auch vorkommen, dass von den Wänden einer Auxiliarzelle einmal nichts mehr zu sehen ist; nämlich dann, wenn von ihr nach allen Seiten Fortsätze vorgestreckt werden. Und da gerade die Auxiliare 22 nahe bei dem befruchteten Carpogonium steht und also ziemlich in der Mitte der Gruppe von Auxiliarzellen, die zunächst von dem Sporophyten ausgenutzt werden, so ist es leicht möglich, dass bei ihr dieser Fall eingetreten ist.

Die Fig. 8 bringt nun noch die Randpartie eines Querschnittes durch eine junge Frucht, die gerade mit der Sporenbildung begonnen hat. Der Sporophyt hat die Conzeptakelwand erreicht, seine Peripherie ist in einen Kranz von Lappen aufgelöst, die nach dem Centrum hin miteinander in Zusammenhang stehen. Zwei der Lappen zeigen noch Verschmelzung mit Auxiliarzellen (az), die direkt der Conzeptakelwand anliegen. In den Buchten zwischen den Lappen sind die Reste der Auxiliarzellen zusammengedrängt worden, die völlig degeneriert sind. Auf dem Querschnitt lassen sie nur noch ein Häufchen körniger Masse als Inhalt erkennen. Rutheniumrot färbt sowohl ihre Wand als auch die Plasmareste stark leuchtend rot.

Wie ein gleichaltes Stadium im Längsschnitt aussieht, zeigt die Fig. 9. Von der ziemlich regelmässigen und leicht übersichtlichen Anordnung der Carpogonäste im unbefruchteten Conzeptakel ist hier kaum noch etwas zu bemerken. Der Sporophyt füllt die Basis des Conzeptakels völlig aus, etwa wie eine schwerflüssige Teigmasse in einer Schüssel liegt. Die Trichogyne (tr) des befruchteten Carpogoniums ist noch deutlich zu erkennen, das Plasma ist vor allem in der Mitte des Sporophyten sehr locker und enthält viele Vakuolen.

Von den Auxiliaren sind nur noch total verschrumpfte Reste übrig. Ihre Wände zeigen nach Färbung mit Rutheniumrot wieder das leuchtende Rot wie in dem Schnitt der Fig. 8. In der linken Hälfte des Längsschnittes sind noch die Reste zweier Auxiliarzellen der darunter stehenden Tragzelle angefügt. Ihre Spitzen überragen den Sporophyten.

Gerade der in der Fig. 9 gezeichnete Längsschnitt ist geeignet darzutun, dass es sich bei der Fruchtentwicklung nicht um die Bildung einer grossen Fusionszelle handeln kann. Sondern nach der Befruchtung beginnt die Zygote zu wachsen. Zwischen die Auxiliarzellen hinein schiebt sie Fortsätze, und diese kriechen nach der Conzeptakelwand. Wo der Sporophyt auf seinem Wege einer Auxiliarzelle begegnet, fusioniert er mit

ihr. Ihr Inhalt liefert ihm die Baustoffe zu seinem eigenen Wachstum. Ist die Auxiliare ausgesogen, dann ist sie überflüssig geworden und geht zu Grunde. Nur ihre Wandreste berichten noch von ihrem Dasein.

Im Prinzip haben wir hierin keinen anderen Vorgang, als wir ihn von andern Florideen schon kennen, und wie er von Oltmanns zuerst erkannt worden ist: der Sporophyt parasitiert auf dem Gametophyten. Nur sind hier bei Choreonema — und bei andern Corallineen dürfte das kaum anders sein — im Einzelnen mancherlei Modifikationen eingetreten, die sich aber aus der Vereinigung zahlreicher Carpogonäste in einem Conzeptakel erklären dürften.

Was ist nun aus den Kernen sowohl der Auxiliarzellen als auch der Zygote geworden? In den Figuren 1 bis 5 fanden wir die Auxiliarkerne in verschiedener Höhe der Zellen liegen. Auch in der Fig. 6 wird man beim Vergleichen der verschiedenen Schnitte den Kern einer jeden Auxiliare finden. Ebenso gelang es mir die Auxiliarkerne in den drei Schnitten der Fig. 7 nachzuweisen bis auf die der Auxiliaren 4 und 20, von denen weder in diesem noch in den folgenden Schnitten etwas zu sehen war. Da aber gerade in diesem Präparat die Färbung der Kerne zu wünschen übrig liess, so werden sie wohl auch vorhanden, aber zu schwach gefärbt gewesen sein, um genügend hervorzutreten In allen andern Auxiliarzellen waren sie wenigstens, wenn auch teilweise erst nach längerem Suchen, mit Sicherheit zu erkennen. Der in der Fig. 7 b mitten im Sporophyten liegende kleinere Kern (aK_1) gehört seiner Lage nach zur Auxiliare des befruchteten Carpogoniums. Dagegen vermag ich nichts über die Herkunft des mit aK bezeichneten Kerns auszusagen, der in Fig. 7 c im Sporophyten auftritt. Seiner Grösse und seinem Aussehen nach halte ich ihn aber nicht für einen sporogenen Kern.

Sehr auffällig ist in den Stadien vom Alter des in der Fig. 7 wiedergegebenen die ausserordentliche Grösse der Auxiliarkerne, die vor allem beim Vergleich mit denen der Fig. 6 deutlich wird. Anfangs glaubte ich es in ihnen schon mit Abkömmlingen des sporogenen Kerns zu tun zu haben. Diese Vermutung erwies sich aber als falsch, als es mir in keinem Fall gelang, neben ihnen noch einen zweiten Kern oder Reste eines solchen in den Auxiliaren zu finden. Auch in Längsschnitten, die ich daraufhin durchsah, war das nicht möglich. Sieht man dazu noch die grossen Kerne so deutlich in Auxiliaren liegen, die kaum mit dem Sporophyten fusioniert sind, wie in 8 Fig. 7 b und in 7, Fig. 7 c, so bleibt wohl kein Zweifel daran, dass sie wirklich Auxiliarkerne sind.

Da die erhaltenen Kernfärbungen fast durchweg zu wünschen übrig liessen, war es mir nicht möglich, über die im Inneren der Auxiliarkerne bei der Grössenzunahme sich vollziehenden Veränderungen Näheres zu beobachten. Nur soviel vermag ich anzugeben, dass in ihnen die Chromatinfäden durchweg dicker und weniger scharf begrenzt erschienen, als in den sporogenen Kernen der gleichen Schnitte.

Was nun die enorme Vergrösserung der Auxiliarzellen anlangt, so wird man mit der Annahme nicht fehlgehen, dass sie lediglich eine der Degeneration vorausgehende Hypertrophie vorstellt.

In Längsschnitten durch Früchte vom Alter der in Fig. 9 dargestellten und auch schon in jüngeren findet man die Auxiliarkerne meistens in der über den Sporophyten hinausragenden Spitze der Auxiliarzellen liegen (aK der Fig. 9). Je älter das Stadium, umso weniger ist von ihrer Struktur zu erkennen. Schliesslich sind sie nur noch als dunkle Pünktchen in den Auxiliarzellen zu sehen, und solche Bilder lassen keinen Zweifel, dass die Kerne ebenfalls zu Grunde gegangen sind.

Das soeben geschilderte Schicksal der Auxiliarkerne stimmt übrigens in den wesentlichsten Zügen überein mit dem, was wir aus den Oltmannsschen Untersuchungen wissen. Oltmanns beobachtete an Callithamnion corymbosum, dass nach der Befruchtung des Carpogoniums die beiden Auxiliarzellen Fortsätze auf die Zygote hin treiben. Es ist selbstverständlich, dass das auf einen von der Zygote ausgehenden Reiz hin geschieht, dass also die Vorgänge in der Auxiliarzelle schon vor der Fusionierung mit einem sporogenen Zellchen von der Zygote beeinflusst werden. Es ist dann nicht schwer, sich vorzustellen, dass auch die riesige Grössenzunahme und die Wanderung der Auxiliarkerne, wie sie Oltmanns schildert (1) und abbildet (2) schon von der Zygote angeregt sind. Nachdem dann bei Callithamnion ein sporogener Kern in die Auxiliarzelle eingedrungen ist, nimmt der Auxiliarkern rapide an Grösse ab und liegt endlich ganz unscheinbar in einer Ecke der Zelle (1). Wenn er nun entgegen Choreonema nicht völlig zu Grunde geht, sondern sich sogar später noch einmal teilen kann, so hat das seinen Grund wohl darin, dass die Zelle, in der er endlich Ruhe findet, ihres Plasmas nicht ganz beraubt wird wie die Auxiliarzellen von Choreonema. Von Deformierung der Auxiliarkerne berichtet Oltmanns übrigens (2).

Auf Tafel 4 Fig. 22, 24 und 25 a der Oltmannschen Arbeit sind bei Dudresnaya coccinea ausserdem ähnliche auffallend

(1) Oltmanns, F. zur Entwicklungsgeschichte der Florideen. Bot. Ztg. 1898 56. p. 116.
(2) Ebenda Taf. 6 Fig. 2—7.

grosse Kerne zu sehen, ohne dass der Verfasser sie besonders erwähnt.

Wenden wir uns nun zu dem sporogenen Kern. In den Längsschnitten der Figuren 4 und 5 fanden wir ihn noch inmitten der angeschwollenen Zygote liegen. Jedoch hat er an Grösse hier bereits zugenommen. Von den Auxiliarkernen lässt er sich nur durch seine Lage unterscheiden. Auch in dem Stadium der Figuren 6 b_1 und 6 b_2 trifft das Gleiche zu. Nur wenn man das befruchtete Carpogonium identifizieren kann, kann man sicher den sporogenen Kern eruieren. Aber in Stadien vom Alter des in der Fig. 6 abgebildeten hat er sich bereits einmal geteilt. In Fig. 6 d nämlich liegt im Sporophyten ein Kern (sK). Da nun, wie man sich beim Vergleichen der fünf Schnitte leicht überzeugen kann, der Kern einer jeden Auxiliare in der Zelle selbst liegt, und auch keine Teilung der Auxiliarkerne stattfindet, so kann sK der Fig. 6 d nur ein Abkömmling des sporogenen Kerns sein.

Uebrigens beweisen die Figuren 7 b und 7 c klar, dass eine Teilung des sporogenen Kerns stattgefunden haben muss. Beide Bilder weisen je einen mächtig grossen Kern (sK) auf. Der in Fig. 7 b liegt, wie ein Vergleich mit der Fig. 7 a lehrt, etwa an der Stelle des befruchteten Carpogoniums (cpg_1). Neben ihm liegt der Auxiliarkern (aK_1). Der andere, sK der Fig. 7 c, ist etwas seitwärts gewandert. Beide sporogenen Kerne waren ziemlich schwach gefärbt und enthielten sehr feine Chromatinfäden, welche von einem dichteren Centrum nach der Peripherie ausstrahlten.

Für die Vergrösserung des sporogenen Kerns finden wir auch in der Untersuchung Oltmanns Analoges. Sowohl bei Callithamnion (1) als auch bei Dasya (2) wächst, nachdem der in die Auxiliarzelle eingedrungene sporogene Kern sich einmal geteilt hat, der eine der Tochterkerne sehr stark heran, und zwar gerade der, welcher nachher der Centralzelle des Sporenhaufens zufällt.

Wenn nun bei Choreonema die Tochterkerne des Zygotenkerns beide eine solche Grössenzunahme erfahren, so darf man diese Erscheinung vielleicht so deuten, dass auch beide sich an der Sporenbildung beteiligen. Es war mir jedoch nicht möglich, diese Vermutung durch die Beobachtung sicher zu stellen.

In älteren Fruchtanlagen ist von diesen grossen Kernen nichts mehr zu sehen. Dafür liegt aber an der Stelle, wo die Zygote stand, ein Haufen kleinerer Kerne, wie ihn die Fig. 9 zeigt. Diese Kerne rufen in gut gefärbten Präparaten ganz den

(1) l. c. Taf. 6 Fig. 7–10.
(2) pag. 117.

Eindruck hervor, als wären sie in lebhafter Teilung begriffen. Das Chromatin liegt darin in kleinen Klümpchen, wohl die Reste der sich wieder auflösenden Chromosomen. Kernteilung ist mir keine zu Gesicht gekommen. Da aber, wie wir oben gesehen haben, die Auxiliarkerne in diesem Stadium schon degeneriert sind, kann diese grosse Zahl von Kernen nur sporogener Natur sein.

Ausserdem findet man im Sporophyten verstreut noch einzelne Kerne, die offenbar nach der Peripherie wandern. In andern Schnitten liegen denn auch in den Randlappen des Sporophyten wohl ausgebildete Kerne, wie die Fig. 8 zeigt.

Für Corallina mediterranea gibt Solms (1) nun an, dass nach der Verschmelzung aller Auxiliarzellen, am Rande der Fusionszelle keulenförmige Fortsätze aussprossen. Diese sollen durch eine Scheidewand abgegliedert werden und dann die Centralzellen der einzelnen Sporenreihen vorstellen.

Ich habe oben für Choreonema an der Hand der Fig. 8 gezeigt, dass das Wachstum des Sporophyten nach der Conzeptakelwand hin in eine Art Lappenbildung übergeht. Diese Lappen enthalten schliesslich je einen oder mehrere sporogenen Kerne und sind wohl identisch mit den keulenförmigen Fortsätzen, die Solms bei Corallina gesehen hat. Aber niemals habe ich eine Abgliederung dieser randständigen Fortsätze zu einem Kranz von Centralzellen beobachtet. Vielmehr werden aus ihnen direkt durch uhrglasförmige Wände die Sporen herausgeschnitten, wie das die Fig. 9 zeigt. In der linken Hälfte der Figur sieht man vier Sporen in zwei Reihen nebeneinander liegen. Die eine ist stark seitlich geschnitten die drei andern enthalten je einen Kern. Das Plasma ist ausserordentlich dicht und stark gefärbt. Die Spore auf der rechten Seite der Figur zeigt besonders schön wie sie enstanden ist.

In dem Masse, wie die Sporenbildung fortschreitet, nimmt der Sporophyt ab. In der Mitte des Conzeptakels sinkt er immer mehr zusammen, indem sein Inhalt nach dem Rande wandert und verbraucht wird. Schliesslich liegt auf dem Boden des Conzeptakels nur noch ein Chaos von stark gefärbten Zellmembranen in dem man Einzelheiten nicht mehr erkennen kann. Nur die Randlappen zeigen noch etwas von ihrer Gestalt und enthalten Plasma und Kerne, fast der ganze ansehnliche Inhalt des Sporophyten ist für die Sporen verwendet worden. Dafür füllen diese die Conzeptakelhöhlung beinahe ganz aus. In der Mitte des Conzeptakels stehen zu einem Büschel vereinigt die Reste der unbefruchtet gebliebenen Carpogonien und die Spitzen der Auxiliarzellen, die Paranemata Bornets.

(1) l. c. Taf. 6 Fig. 9–11. (2) l. c. Taf. 6 Fig. 23–26.

Ueberblicken wir die ganze Fruchtentwicklung nun kurz noch einmal, so ergibt sich folgendes: Aus der Zygote sprossen kurze sporogene Fäden hervor. Einer dieser Fäden fusioniert mit der Zelle eines Carpogonastes, der Auxiliarzelle. Diese Fusionierung ist „blind", d. h. in die Auxiliarzelle tritt kein sporogener Kern ein, und es resultiert daraus nicht die Bildung einer Centralzelle.

Ganz den gleichen Vorgang kennen wir auch schon von andern Formen der Reihe der Cryptonemiales. So finden z. B bei Dudresnaya coccinea und D. purpurifera solche „sterilen" Fusionierungen eines sporogenen Fadens mit Zellen des Carpogonastes statt. Sie dienen offenbar nur der Ernährung des Sporophyten, der von den Fusionszellen aus nun weiter wächst nach Auxiliarzellen, die an besonderen Seitenästchen anderer Wirteläste entwickelt sind Dort finden nun „fertile" Verschmelzungen statt. Ein sporogener Kern schlüpft in die Auxiliarzelle hinein und veranlasst die Fusionszelle zur Bildung einer Centralzelle eines Sporenhaufens. Auf diese Weise wird die Sporenbildung auf eine ganze Anzahl von Centren verteilt Für den Sporophyten hat das den Vorteil, dass ihm nun mehrere Wege der Nahrungszufuhr offenstehen, soviel, als er Wirteläste aufgesucht hat.

Bei den Squamariaceen, die Schmitz als die nächsten Verwandten der Corallinaceen ansieht, scheint die Fruchtentwicklung sich in wesentlich gleicher Weise wie bei Dudresnaya zu vollziehen. Schmitz schreibt darüber (1): „Aus der befruchteten Eizelle sprossen hier ein oder mehrere Ooblastemfäden hervor, die . . . . . zunächst mit benachbarten Auxiliarzellen (meist Zellen des Carpogonastes selbst) durch Tüpfelbildung in Verbindung treten und dann erst weiter wachsen (Petrocelis Ruprechti Hauck) . . . . .". Bei der eben genannten Form wachsen die von der Fusionszelle ausgehenden Fäden direct auf Auxiliarzellen hin, die durch besondere Grösse auffallen und an besonderen Aesten inseriert sind. Dann erfolgt Wandresorption, Verschmelzung der Plasmakörper, Kernübertritt und Bildung einer Centralzelle „aus derjenigen Hälfte der Copulationszelle welche der Ooblastemzelle entspricht". Da nun an einer ganzen Anzahl von Auxiliarzellen um das befruchtete Carpogon herum der gleiche Vorgang sich vollzieht, so entstehen viele Sporencomplexe je aus einer Centralzelle nahe beieinander und das Ganze macht dann nach Schmitz den Eindruck eines einheitlichen Cystocarpiums.

Die eben geschilderte Entwicklung, sowie der Umstand, dass zahlreiche Carpogon- und Auxiliarzelläste in Gruppen nahe

(1) l. c. pag. 45.

beieinander stehen, liessen Schmitz auf eine Verwandtschaft der Squamariaceen mit den Corallineen schliessen. Eine weitere Stütze findet diese Annahme in der Aehnlichkeit, welche Wachstum und Aufbau der Squamariaceen und der krustenförmigen Corallineen zeigen.

Hält man nun an einer nahen Verwandtschaft beider Familien fest, dann müsste man annehmen, dass bei den Corallineen die Verkalkung und die Vereinigung zahlreicher Carpogonäste in einem Conzeptakel eine wesentliche Umgestaltung der Fruchtentwicklung mit sich gebracht hätten. Besondere Aeste als Träger der Auxiliarzellen werden nicht mehr ausgebildet. Die Funktion dieser Zellen ist an Elemente der Carpogonäste übergegangen. Da diese einander so nahe stehen, dass sie sich fast berühren, sind die sporogenen Fäden, die von der primären „sterilen" Fusionszelle ausgehen, zu kurzen Fortsätzen reduziert worden. Wenn man dann die grossen Mengen der dicken Carposporen sich vergegenwärtigt, die besonders Lithophyllum in einem Conzeptakel erzeugt, wird man auch zugeben, dass es für die Corallineen vorteilhafter ist, die Sporen in peripher stehenden Reihen anzulegen, als sie aus zahlreichen Centralzellen (das Conzeptakel von Choreonema enthält 30—40 Carpogonäste) hervorgehen zu lassen. Denn ein reifes Conzeptakel von Choreonema birgt niemals soviel Sporenreihen als es ursprünglich Auxiliarzellen enthielt. Und auch bei Lithophyllum, wo die Carpogonäste in einem Conzeptakel nach Hunderten zählen, ist das der Fall.

Man könnte somit die eigenartige Ausgestaltung des Sporophyten bei Choreonema als eine weitgehende Anpassung an die Verkalkung der Mutterpflanze auffassen. Die Verkalkung bedingte eine Häufung der Geschlechtsorgane an einer Stelle des Thallus und ihren Einschluss in ein Conzeptakel. Da darin die Raumverhältnisse sehr beschränkt sind (die Sporen, sowohl die geschlechtlich wie die ungeschlechtlich erzeugten, zerdrücken immer die innersten Zellen der Conzeptakelwand), waren die Reduktionen im Entwicklungsgang vorteilhaft. Mit dieser Annahme kann man dann auch die Squamariaceen als die nächsten Verwandten der Corallineen betrachten.

Doch liegt es mir natürlich ferne, eine solche nahe Verwandtschaft behaupten zu wollen. Dafür weicht einerseits die Entwicklung der Corallineen zu sehr ab von dem, was wir über Fruchtentwicklung bei Florideen bisher wissen. Andererseits sind dazu die Angaben von Schmitz über die Squamariaceen zu knapp und es fehlt an jeglicher Abbildung über die Fruchtentwicklung dieser Familie. Man wird also zunächst einmal mit

(1) l. c. pag. 230.

unsern heutigen Methoden die Squamariaceen untersucheu müssen, ehe man die Frage der Verwandtschaft der Corallineen mit dieser Familie entscheiden kann.

Zum Schluss sei es mir gestattet, Herrn Professor Oltmanns für die Anregung zu der vorstehenden Arbeit und für die mannigfachen Ratschläge bei der Abfassung derselben meinen besten Dank zu sagen.

Figurenerklärung.

Abkürzungen :

cpg. Carpogon
hz. hypogyne Zelle
az. Auxiliarzelle
aK. Auxiliarzellkern
sK. sporogener Kern
tr. Trichogyne
sf. sporogener Faden
saz. Spitze der Auxiliarzelle.

Die Zahlen hinter den Abkürzungen bezeichnen die Zugehörigkeit zu einem bestimmten Carpogonast, die in den zusammengehörigen Schnitten stets die gleiche Nummer tragen. In den Figuren 6 und 7 sind der Uebersichtlichkeit halber die Abkürzungen teilweise weggelassen.

Fig. 1. Carpogonast mit beginnender Anschwellung der Zygote.
Fig. 2. Fruchtast mit verbreiterten Tüpfeln in seitlicher Ansicht.
Fig. 3. Drei Carpogonäste. Die angeschwollene Zygote cpg. verschmilzt mit den nächststehenden Auxiliarzellen.
Fig. 4 und 5. Aeltere Stadien wie das vorige. Unter den Auxiliarzellen az_1. Fortsätze der Zygote nach entfernteren Auxiliarzellen.
Fig. 6. Fünf aufeinanderfolgende Querschnitte durch eine junge Fruchtanlage.
Fig. 7. Drei Querschnitte eines älteren Stadiums.
Fig. 8. Randpartie der jungen Frucht im Querschnitt.
Fig. 9. Längsschnitt durch eine junge Frucht.

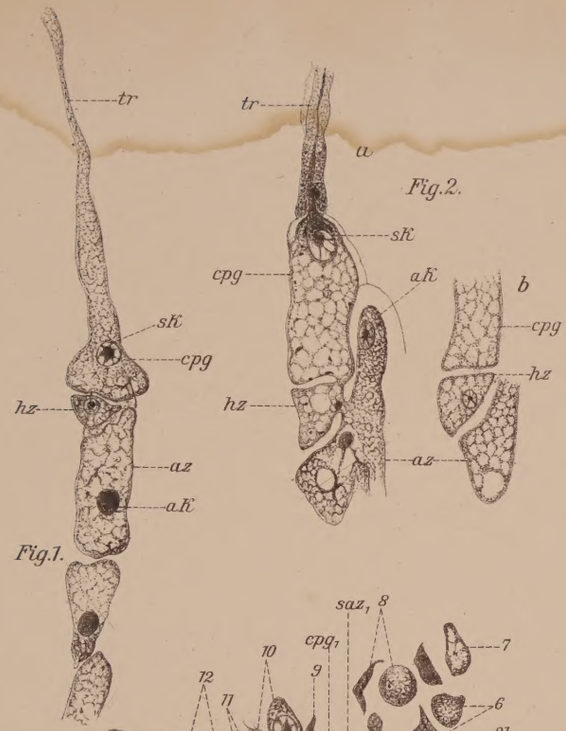


Fig.1.

Fig.2.

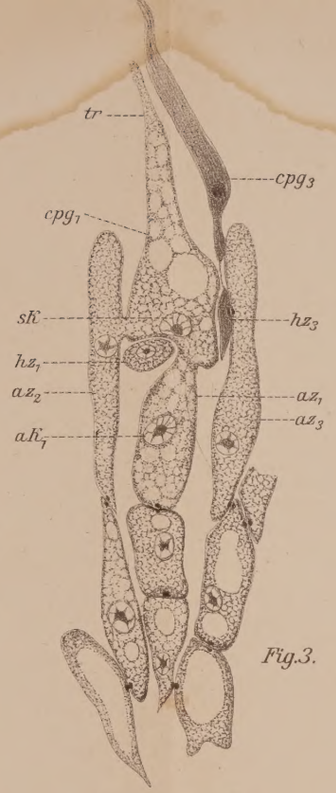


Fig.3.

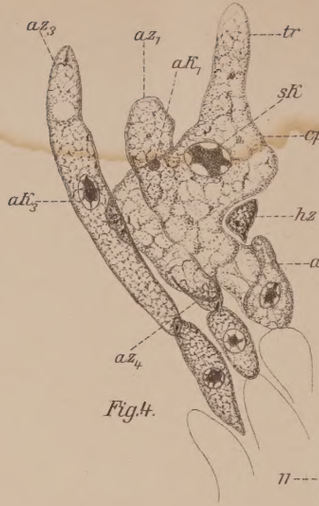


Fig.4.

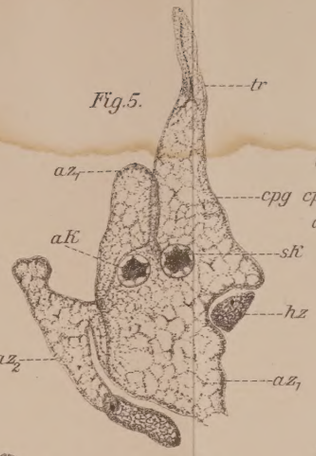


Fig.5.

Fig.6a.

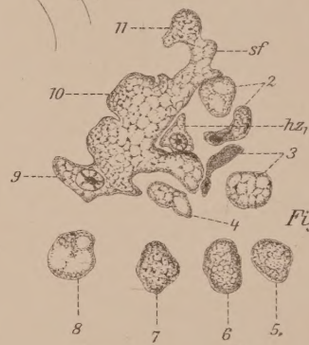


Fig.6c.

Fig.6b1.

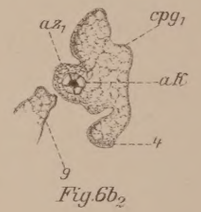


Fig.6b2.

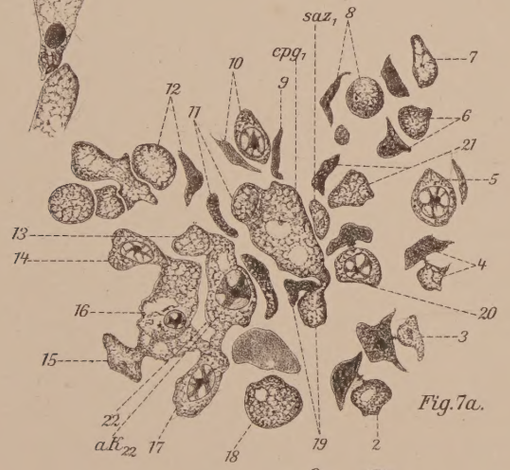


Fig.7a.

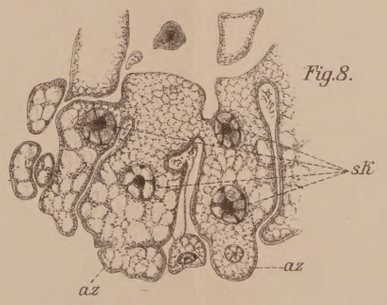


Fig.8.

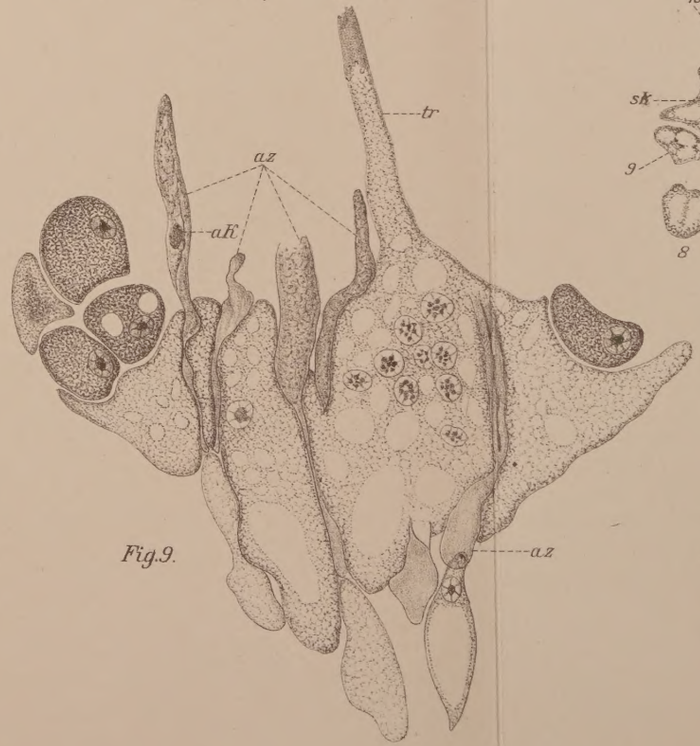


Fig.9.

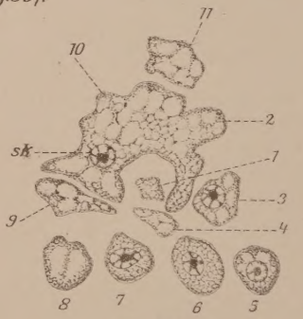


Fig.6d.

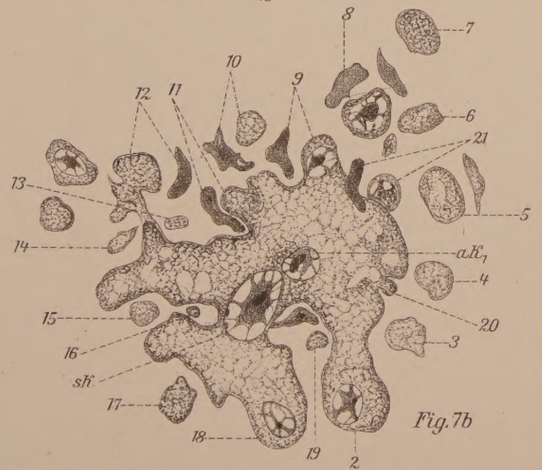


Fig.7b

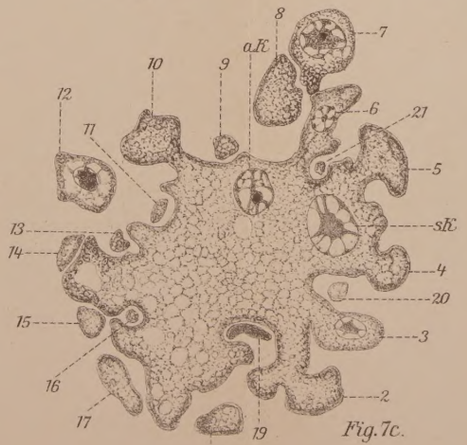


Fig.7c.

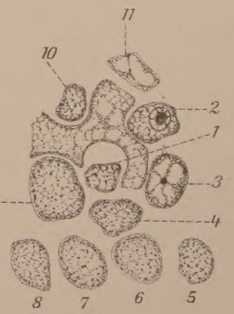


Fig.6e.

F.Minder gez.